

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-243904

(P2000-243904A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) IntCl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 25/065

H 0 1 L 25/08

B 5 F 0 4 4

25/07

21/60

3 1 1 S

25/18

21/60

3 1 1

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平11-45212

(22) 出願日

平成11年2月23日(1999.2.23)

(71) 出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院清崎町21番地

(72) 発明者 中村 智史

京都市右京区西院清崎町21番地 ローム株式会社内

(74) 代理人 100087701

弁理士 稲岡 耕作 (外2名)

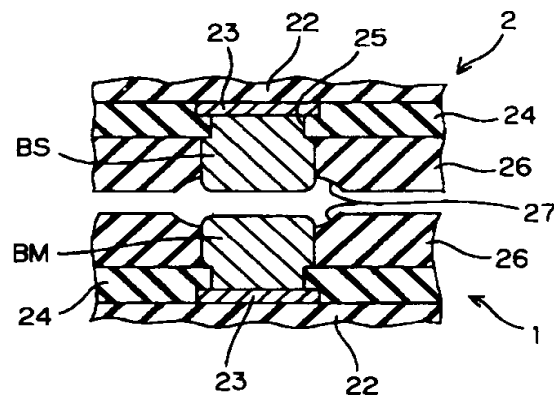
Fターム(参考) 5F044 LL11 RR02 RR18

(54) 【発明の名称】 チップ・オン・チップ構造の半導体装置

(57) 【要約】

【課題】製造に要する時間を短縮できるチップ・オン・チップ構造の半導体装置を提供する。

【解決手段】親チップ1および子チップ2の表面には、封止膜26で覆われており、パンプBM、BSは、封止膜26に形成された凹部27内に突出した状態に設けられている。親チップ1と子チップ2とは、パンプBMとパンプBSとが直接に圧着されることにより電気接続される。また、親チップ1と子チップ2との接合時には、親チップ1の封止膜26と子チップ2の封止膜26とが圧接されることによりチップ間封止層4が形成され、このチップ間封止層4によって親チップ1と子チップ2との間が封止される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】表面に接続部材が形成された第 1 の半導体チップと、

この第 1 の半導体チップの表面に重ね合わされて接合され、上記第 1 の半導体チップに対向する表面に、上記第 1 の半導体チップの接続部材に圧着する接続部材が形成された第 2 の半導体チップと、

上記第 1 の半導体チップと上記第 2 の半導体チップとの間を封止するためのチップ間封止層とを含むことを特徴とするチップ・オン・チップ構造の半導体装置。

【請求項 2】上記第 1 の半導体チップおよび上記第 2 の半導体チップの接続部材は、それぞれ上記第 1 の半導体チップおよび上記第 2 の半導体チップの表面に隆起して形成されたパンプであることを特徴とする請求項 1 記載のチップ・オン・チップ構造の半導体装置。

【請求項 3】上記第 1 の半導体チップの接続部材は、上記第 1 の半導体チップの表面に隆起して形成されたパンプであり、

上記第 2 の半導体チップの接続部材は、上記パンプよりも高さが低いパッドであることを特徴とする請求項 1 記載のチップ・オン・チップ構造の半導体装置。

【請求項 4】上記チップ間封止層は、上記第 1 の半導体チップおよび上記第 2 の半導体チップの表面にそれぞれ設けられた変形可能な封止膜を相互に圧接させることにより形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のチップ・オン・チップ構造の半導体装置。

【請求項 5】上記第 1 の半導体チップおよび上記第 2 の半導体チップの封止膜の少なくとも一方には、接続部材の先端部を露出させるための凹部が形成されていることを特徴とする請求項 4 記載のチップ・オン・チップ構造の半導体装置。

【請求項 6】上記第 1 の半導体チップおよび上記第 2 の半導体チップの封止膜の少なくとも一方には、上記第 1 の半導体チップと上記第 2 の半導体チップの接合時に、上記凹部内の空気を抜き出すためのエア抜き溝が形成されていることを特徴とする請求項 5 記載のチップ・オン・チップ構造の半導体装置。

【請求項 7】上記チップ間封止層は、上記第 1 の半導体チップまたは上記第 2 の半導体チップの一方に設けられた変形可能な封止膜を他方の半導体チップの表面に圧接させることにより形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のチップ・オン・チップ構造の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、たとえば、半導体チップの表面に他の半導体チップを重ね合わせて接合するチップ・オン・チップ構造の半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】たとえば、半導体装置の小型化および高集積化を図るための構造として、一对の半導体チップを表面同士が対向するように重ね合わせて接合する、いわゆるチップ・オン・チップ構造がある。このチップ・オン・チップ構造に適用される半導体チップには、他の半導体チップに対向する表面に複数個のパンプが設けられている。そして、一对の半導体チップを接合させる際には、対向する半導体チップ間に ACF (Anisotropic Conductive Film) が介在されて、対向する半導体チップのパンプ同士が相互に圧接される。これにより、一对の半導体チップ間が ACF で封止される。また、パンプの接合部分で ACF に含まれている導電性カプセルが潰れて、互いに接合したパンプ間で通電が可能となることにより、一对の半導体チップ間の電気接続が達成される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、パンプの接合部分で ACF の導電性カプセルが潰れて、その導電性が発揮されるまでには比較的長い時間（約 30 秒間程度）がかかるため、従来のチップ・オン・チップ構造の半導体装置では、製造工程に比較的長い時間を要するといった問題があった。

【0004】そこで、この発明の目的は、上述の技術的課題を解決し、製造に要する時間を短縮できるチップ・オン・チップ構造の半導体装置を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段および発明の効果】上記の目的を達成するための請求項 1 記載の発明は、表面に接続部材が形成された第 1 の半導体チップと、この第 1 の半導体チップの表面に重ね合わされて接合され、上記第 1 の半導体チップに対向する表面に、上記第 1 の半導体チップの接続部材に圧着する接続部材が形成された第 2 の半導体チップと、上記第 1 の半導体チップと上記第 2 の半導体チップとの間を封止するためのチップ間封止層とを含むことを特徴とするチップ・オン・チップ構造の半導体装置である。

【0006】この発明によれば、第 1 の半導体チップの接続部材と第 2 の半導体チップの接続部材とが圧着することにより、第 1 の半導体チップと第 2 の半導体チップとが接続される。たとえば、第 1 および第 2 の半導体チップの接続部材が金で構成されている場合、第 1 の半導体チップの接続部材と第 2 の半導体チップの接続部材との圧着に要する時間は約 0.1 秒間程度と比較的短時間である。したがって、この発明の構成によれば、第 1 の半導体チップの接続部材と第 2 の半導体チップの接続部材とを ACF (Anisotropic Conductive Film) を介在させて接続する構成に比べて、この半導体装置の製造に要する時間を短縮することができる。

【0007】また、第 1 の半導体チップと第 2 の半導体チップとの間は、チップ間封止層で封止されているから、第 1 の半導体チップと第 2 の半導体チップとの間に

3

入り込んだ空気が熱膨張して、第1の半導体チップまたは第2の半導体チップなどにダメージを与えるといった不都合を回避できる。また、第1の半導体チップおよび第2の半導体チップがパッケージに納められる際などに、第1の半導体チップおよび第2の半導体チップに作用する応力をチップ間封止層で緩和することができ、第1の半導体チップおよび第2の半導体チップの変形を防止できる。

【0008】なお、請求項2のように、上記第1の半導体チップおよび上記第2の半導体チップの接続部材は、それぞれ上記第1の半導体チップおよび上記第2の半導体チップの表面に隆起して形成されたパンプであってもよい。また、請求項3のように、上記第1の半導体チップの接続部材は、上記第1の半導体チップの表面に隆起して形成されたパンプであり、上記第2の半導体チップの接続部材は、上記パンプよりも高さが低いパッドであってもよい。

【0009】さらに、請求項4のように、上記チップ間封止層は、上記第1の半導体チップおよび上記第2の半導体チップの表面にそれぞれ設けられた変形可能な封止膜を相互に圧接させることにより形成されてもよい。この場合、請求項5のように、上記第1の半導体チップおよび上記第2の半導体チップの封止膜の少なくとも一方には、接続部材の先端部を露出させるための凹部が形成されていることが好ましい。こうすることにより、第1の半導体チップの接続部材と第2の半導体チップの接続部材との間に封止膜が介在されるおそれがなく、第1の半導体チップの接続部材と第2の半導体チップの接続部材とを良好に圧着させることができる。

【0010】また、請求項6のように、上記第1の半導体チップおよび上記第2の半導体チップの封止膜の少なくとも一方には、上記第1の半導体チップと上記第2の半導体チップの接合時に、上記凹部内の空気を抜き出すためのエア抜き溝が形成されていることがより好ましい。こうすることにより、第1の半導体チップの封止膜と第2の半導体チップの封止膜とを圧接させる際に、これらの封止膜の凹部内の空気をエア抜き溝を介して流出させることができる。これにより、第1の半導体チップと第2の半導体チップとの間に空気を残すことなく、第1および第2の半導体チップ間を良好に封止することができ、第1および第2の半導体チップ間への気泡混入による不都合を生じるおそれがない半導体装置を実現できる。

【0011】さらにまた、請求項7のように、上記チップ間封止層は、上記第1の半導体チップまたは上記第2の半導体チップの一方に設けられた変形可能な封止膜を他方の半導体チップの表面に圧接させることにより形成されてもよい。この場合、上記第1の半導体チップの接続部材は、上記第1の半導体チップの表面に隆起して形成されたパンプであり、上記第2の半導体チップの接続

4

部材は、上記パンプよりも高さが低いパッドであって、上記封止膜は、上記第2の半導体チップ上に積層されて、上記パッドに対向する開口部を有していることが好ましい。こうすることにより、第1の半導体チップと第2の半導体チップとを接合する際に、第1の半導体チップのパンプが封止膜に形成された開口部に案内されて、パンプの先端部がパッドに当接するので、第1の半導体チップと第2の半導体チップとの位置合わせを良好に行うことができ、第1の半導体チップと第2の半導体チップとを確実に接続することができる。

【0012】また、上記封止膜には、上記第1の半導体チップと上記第2の半導体チップの接合時に、上記開口部内の空気を抜き出すためのエア抜き溝が形成されていることが好ましい。このエア抜き溝を設けることにより、第1の半導体チップと第2の半導体チップとを接合させる際に、封止膜と開口部内に入り込んだパンプとの間の空気をエア抜き溝を介して流出させることができる。これにより、第1の半導体チップと第2の半導体チップとの間に空気を残すことなく、第1および第2の半導体チップ間を良好に封止することができ、第1および第2の半導体チップ間への気泡混入による不都合を生じるおそれがない半導体装置を実現できる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、この発明の一実施形態に係る半導体装置の概略構成を示す図解的な断面図である。この半導体装置は、いわゆるチップ・オン・チップ構造を有しており、親チップ1の表面11に子チップ2を重ね合わせて接合した後、これらをパッケージ3に納めることによって構成されている。

【0014】親チップ1および子チップ2は、たとえばシリコンチップからなっている。親チップ1の表面11は、親チップ1の基体をなす半導体基板においてトランジスタなどの機能素子が形成された活性表層領域側の表面である。この表面11の周縁付近には、外部接続用の複数のパッド12が配置されており、この外部接続用のパッド12は、ボンディングワイヤ13によってリードフレーム14に接続されている。また、親チップ1の表面11には、子チップ2との電気接続のための複数のパンプBMが配置されている。

【0015】子チップ2は、表面21を親チップ1の表面11に対向させた、いわゆるフェースダウン方式で親チップ1に接合されている。子チップ2の表面は、子チップ2の基体をなす半導体基板においてトランジスタなどの機能素子が形成された活性表層領域側の表面である。子チップ2の表面には、内部配線に接続された複数のパンプBSが親チップ1のパンプBMに対向して配置されており、子チップ2は、パンプBSがそれぞれ対向する親チップ1のパンプBMに接続されることによって、親チップ1の上方に支持されるとともに、親チップ

1と電氣的に接続されている。

【0016】また、親チップ1と子チップ2との間は、絶縁性を有するチップ間封止層4で封止されている。これにより、親チップ1および子チップ2をパッケージ3内に納める際に、親チップ1と子チップ2との間に空気が入り込むのを防止できる。ゆえに、親チップ1と子チップ2との間に入り込んだ空気が熱膨張して、親チップ1または子チップ2などにダメージを与えるといった不都合を回避できる。また、親チップ1および子チップ2がパッケージ3に納められる際などに、親チップ1および子チップ2に作用する応力をチップ間封止層4で緩和することができ、親チップ1および子チップ2の変形を防止できる。

【0017】図2は、親チップ1および子チップ2の接合前の状態を拡大して示す部分拡大断面図である。また、図3は、子チップ2の一部を拡大して示す平面図である。親チップ1の表面付近に関する構成は、子チップ2の表面付近に関する構成と同様であるから、以下では、子チップ2を中心に説明することとし、この図2においては、親チップ1の各部には、子チップ2の対応部分の参照符号を付して示す。

【0018】子チップ2の基体をなす半導体基板（図示せず）上には、たとえば酸化シリコンで構成される層間絶縁膜22が形成されており、この層間絶縁膜22上に内部配線23が配設されている。層間絶縁膜22および内部配線23の表面は、たとえば窒化シリコンで構成される保護膜24で覆われている。保護膜24には、内部配線23に対向して、内部配線23の一部をそれぞれ露出させるためのパッド開口部25が形成されている。

【0019】パッド開口部25を介して保護膜24から露出した内部配線23上には、耐酸化性の金属で構成されたパンプBSが隆起して形成されている。耐酸化性の金属としては、たとえば、金、プラチナ、銀、パラジウムまたはイリジウムなどを例示することができる。保護膜24の表面は、変形可能な封止膜26で覆われている。封止膜26の表面には、パンプBSに関連して、たとえばすり鉢状の凹部27が形成されており、パンプBSの先端部は、凹部27内に突出して封止膜26から露出している。また、封止膜26の表面には、親チップ1との接合時において、互いに隣接する凹部27を連通するための連通溝28と、周縁付近の凹部27から空気（エア）を抜くためのエア抜き溝29が形成されている。

【0020】封止膜26は、たとえば、感光性が付与されたポリイミドで構成されていて、凹部27、連通溝28およびエア抜き溝29は、露光および現像処理を行うことにより形成することができる。つまり、保護膜24にパッド開口部25を形成し、このパッド開口部25を介して露出した内部配線23上にパンプBSを形成した後、保護膜24上にゾル状の感光性ポリイミドを塗布す

ることにより封止膜26を形成する。この封止膜26は、たとえば、パンプBSの高さよりも大きい膜厚に形成する。そして、封止膜26の表面のパンプBSに対向する領域、連通溝28を形成すべき領域およびエア抜き溝29を形成すべき領域に紫外線を照射して、これらの領域の露光を行う。その後、封止膜26の表面の露光された部分を溶剤で溶かして除去することにより、凹部27、連通溝28およびエア抜き溝29をパターン形成することができる。

10 【0021】子チップ2を親チップ1に接合する際には、パンプBSを親チップ1のパンプBMに当接させた状態で、親チップ1と子チップ2とを相互に圧接する。この圧接により、親チップ1のパンプBMと子チップ2のパンプBSとが圧着されて、親チップ1と子チップ2との電気接続が達成される。また、親チップ1の封止膜26および子チップ2の封止膜26が圧潰され、それぞれの封止膜26に形成された凹部27、連通溝28およびエア抜き溝29がなくなってチップ間封止層4が形成され、このチップ間封止層4によって親チップ1と子チップ2との間が封止される。この封止の際、凹部27内の空気は、エア抜き溝29を通して親チップ1と子チップ2との間から外部へ抜け出るか、または、連通溝28を通して隣接する凹部27へ流入し、この凹部27に接続されたエア抜き溝29を通して外部へ抜け出る。これにより、親チップ1と子チップ2との間から空気をほぼ完全に除去することができ、親チップ1と子チップ2との間を良好に封止できる。

20 【0022】以上のように、この実施形態によれば、親チップ1のパンプBMと子チップ2のパンプBSとが直接に圧着されることにより、親チップ1と子チップ2とが電気接続され、親チップ1の封止膜26と子チップ2の封止膜26とが接合されてチップ間封止層4を形成することにより、親チップ1と子チップ2との間が封止される。

30 【0023】たとえば、パンプBM、BSが金で構成されている場合、パンプBMとパンプBSとの圧着に要する時間は約0.1秒間程度と比較的短時間である。したがって、この実施形態の構成によれば、パンプBM、BSをACF（Anisotropic Conductive Film）を介在させて接続する構成に比べて、この半導体装置の製造に要する時間を短縮することができる。

40 【0024】また、親チップ1の封止膜26と子チップ2の封止膜26との間の空気は、これらの封止膜26の接合時（チップ間封止層4の形成時）にはほぼ完全に除去され、チップ間封止層4の形成後においては、このチップ間封止層4によって親チップ1および子チップ2間に空気が入り込むことが防止される。これにより、親チップ1と子チップ2との間を良好に封止することができ、親チップ1および子チップ2間への気泡混入による不都合を生じるおそれがない半導体装置を実現できる。

【0025】なお、この実施形態では、パンプBM、BSの形成後に封止膜26が形成されるとしたが、封止膜26が形成された後にパンプBM、BSが形成されてもよい。たとえば、図4(a)に示すように、保護膜24にパッド開口部25を形成した後、このパッド開口部25外の保護膜24上に封止膜26を形成する。言い換えれば、パッド開口部25が形成された保護膜24上に、パッド開口部25に対応した開口部26Aを有する封止膜26を積層する。そして、図4(b)に示すように、開口部26Aおよびパッド開口部25を介して露出した内部配線23上に、たとえばメッキによってパンプBM、BSの材料を堆積させることにより、パンプBM、BSを形成してもよい。

【0026】また、この実施形態では、封止膜26の膜厚がパンプBM、BSの高さよりも大きく設定されているが、封止膜26の膜厚は、封止膜26およびパンプBM、BSの材料に応じて適切に変更されるとよい。たとえば、図4(b)に仮想線で示すように、封止膜26の膜厚が、パンプBM、BSの高さよりも低く設定されてもよい。なお、封止膜26の材料としては、感光性ポリイミド以外に、たとえばJCR(Junction Coat Resist: 商品名)を用いることができる。

【0027】さらに、この実施形態では、封止膜26の表面に凹部27が形成され、この凹部27から連通溝28およびエア抜き溝29が延びて形成されているが、たとえば、図5に示すように、封止膜26の表面に帯状の凹部51がチップ周縁に沿って形成され、この凹部51内に複数のパンプBM、BSの先端部を突出させてもよい。

【0028】さらにまた、封止膜26が感光性を有し、封止膜26の表面の凹部27、連通溝28およびエア抜き溝29は露光および現像処理によって形成されるとしたが、封止膜26が感光性を有していない場合には、封止膜26上にレジスト膜がパターン形成され、このレジスト膜で覆われていない部分がエッチングによって除去されることにより、凹部27、連通溝28およびエア抜き溝29が形成されるとよい。

【0029】図6は、この発明の他の実施形態について説明するために、親チップ1および子チップ2の接合前の状態を拡大して示す部分拡大断面図である。この図6において、図2に示す各部に相当する部分には、図2の場合と同一の参照符号を付して示すこととし、以下では、上述した第1の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0030】この実施形態では、上述した第1の実施形態で子チップ2の表面に設けられている封止膜26が省略されており、子チップ2の保護膜24の表面が露出している。また、親チップ1には、パッド開口部25を介して保護膜24から露出した内部配線23上に、耐酸化性の金属からなる薄膜状の金属パッド61が設けられて

おり、保護膜24上には、金属パッド61に対応した開口部62を有する封止膜63が積層されている。

【0031】親チップ1と子チップ2との接合時には、パンプBSが封止膜63の開口部62に入り込み、パンプBSの先端部がパッド開口部25に対応して金属パッド61に形成された凹部61A内に入り込み、パンプBSと金属パッド61とが凹凸結合をなした状態で圧着される。また、親チップ1の封止膜63が子チップ2の保護膜24に圧接されることにより、封止膜63とパンプBSとの隙間がなくなってチップ間封止層4(図1参照)が形成され、このチップ間封止層4によって親チップ1と子チップ2との間が封止される。

【0032】したがって、この実施形態の構成によっても、上述した第1の実施形態の構成と同様に、この半導体装置の製造に要する時間を短縮することができる。また、親チップ1と子チップ2との間を良好に封止することができ、気泡混入による内部ストレスを生じるおそれがない半導体装置を実現できる。そのうえ、この実施形態では、親チップ1と子チップ2とを接合する際に、パンプBSが封止膜63に形成された開口部62に案内され、パンプBSの先端部が金属パッド61の凹部61Aに入り込むことにより凹凸結合をなすから、親チップ1と子チップ2との位置合わせを良好に行うことができ、親チップ1と子チップ2との電気接続を確実に形成することができる。

【0033】なお、この実施形態では、親チップ1に金属パッド61および封止膜63が設けられ、子チップ2にパンプBSが設けられているが、親チップ1にパンプBMが設けられ、子チップ2に金属パッド61および封止膜63が設けられてもよい。また、親チップ1に金属パッド61が設けられ、子チップ2にパンプBSおよび封止膜63が設けられてもよいし、親チップ1にパンプBMおよび封止膜63が設けられ、子チップ2に金属パッド61が設けられてもよい。

【0034】さらに、封止膜63の表面には、開口部62内の空気を抜き出すためのエア抜き溝が形成されていることが好ましい。このエア抜き溝を設けておけば、親チップ1と子チップ2とを接合させる際に、封止膜63と開口部62内に入り込んだパンプBSとの間の空気をエア抜き溝を介して流出させて、親チップ1と子チップ2との間から空気をほぼ完全に除去することができ、親チップ1と子チップ2との間をより良好に封止できる。

【0035】この発明の実施の形態の説明は以上の通りであるが、この発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。たとえば、親チップ1および子チップ2は、いずれもシリコンからなるチップであるとしたが、シリコンの他にも、化合物半導体(たとえばガリウム砒素半導体など)やゲルマニウム半導体などの他の任意の半導体材料を用いた半導体チップであってもよい。この場合に、親チップ1の半導体材料と子チップ2の半導体

9

材料は、同じでもよいし異なってもよい。

【0036】その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲内で、種々の設計変更を施すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態に係る半導体装置の概略構成を示す図解的な断面図である。

【図2】親チップおよび子チップの接合前の状態を拡大して示す部分拡大断面図である。

【図3】子チップの一部を拡大して示す平面図である。

【図4】バンプおよび封止膜の他の形成方法について説明するための断面図である。

【図5】封止膜の他の構成について説明するための平面図である。

【図6】この発明の他の実施形態について説明するため

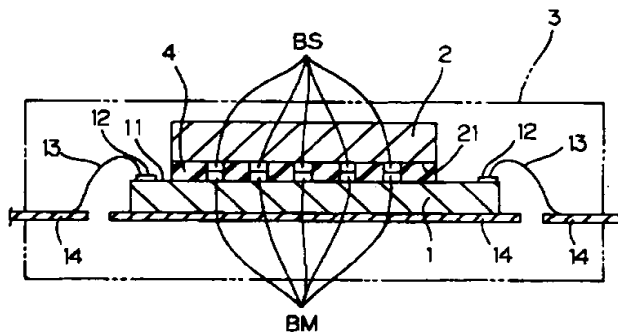
10

に、親チップおよび子チップの接合前の状態を拡大して示す部分拡大断面図である。

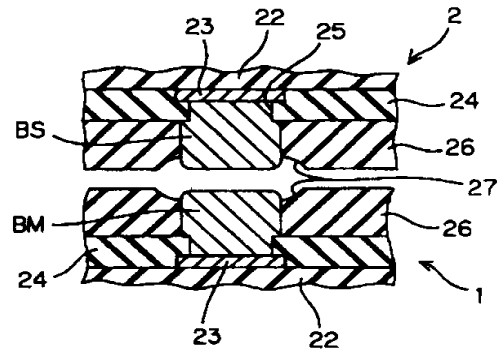
【符号の説明】

- 1 親チップ（第1の半導体チップ）
- 2 子チップ（第2の半導体チップ）
- 4 チップ間封止層
- 11 表面（第1の半導体チップの表面）
- 21 表面（第2の半導体チップの表面）
- 26, 63 封止膜
- 27, 51 凹部
- 29 エア抜き溝
- 61 金属パッド（接続部材）
- 62 開口部（パッドに対向する開口部）
- BM, BS バンプ（接続部材）

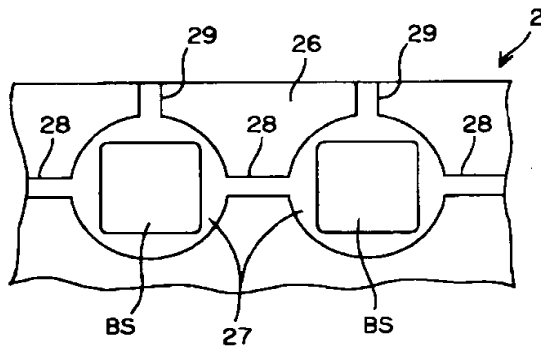
【図1】



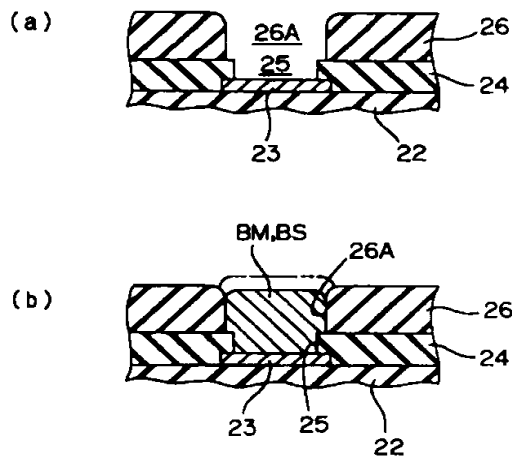
【図2】



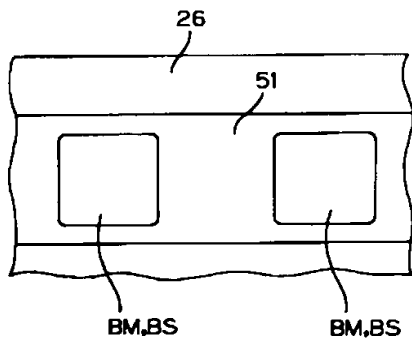
【図3】



【図4】



【図 5】



【図 6】

